

501 737

PCT/JP03/00363

Rec'd PCT/PTO 16 JUL 2004  
日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

28.02.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 1月17日

出願番号

Application Number:

特願2002-008465

[ST.10/C]:

[JP2002-008465]

出願人

Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

REC'D 21 MAR 2003

WIPO

PCT

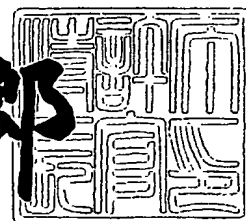
**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 1月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2002-3106455

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP010273

【提出日】 平成14年 1月17日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/205  
H01L 21/3065  
C23C 16/455  
G01N 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 河南 博

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター  
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 松岡 孝明

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095407

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 満

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038380

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9718281

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 処理装置および処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

チャンバを備え、前記チャンバ内で被処理体に所定の処理を施す処理手段と、  
前記チャンバに接続され、前記チャンバ内を所定の真空圧力まで排気する第 1  
排気手段と、

前記第 1 排気手段に接続され、前記チャンバ内を前記第 1 排気手段が動作可能な  
圧力まで排気する第 2 排気手段と、

前記チャンバから排気され、前記第 1 排気手段と前記第 2 排気手段との間に流  
れる排気ガス中の所定物質に関する情報を取得する情報取得手段と、

前記情報取得手段に接続され、前記情報に基づいて前記チャンバ内の状態を判  
別して前記処理手段を制御する制御手段と、

を備える、ことを特徴とする処理装置。

【請求項 2】

チャンバを備え、前記チャンバ内で被処理体に所定の処理を施す処理手段と、

前記チャンバに第 1 排気管を介して接続され、前記チャンバ内を所定の真空圧  
力まで排気する第 1 排気手段と、

前記第 1 排気手段の排気側に、前記第 1 排気管よりも小径の第 2 排気管を介し  
て接続され、前記チャンバ内を前記第 1 排気手段が動作可能な圧力まで排気する  
第 2 排気手段と、

前記チャンバから排気され、前記第 2 排気管を流れる排気ガス中の所定物質に  
関する情報を取得する情報取得手段と、

前記情報取得手段に接続され、前記情報に基づいて前記チャンバ内の状態を判  
別して前記処理手段を制御する制御手段と、

を備える、ことを特徴とする処理装置。

【請求項 3】

前記情報取得手段は前記第 2 排気管を流れる前記排気ガスから前記情報を取得  
する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の処理装置。

## 【請求項 4】

さらに、前記第 2 排気管に接続され、前記第 2 排気管を流れる前記排気ガスが流れる測定管を備え、前記情報取得手段は前記測定管を流れる前記排気ガスから前記情報を取得する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の処理装置。

## 【請求項 5】

チャンバと、

前記チャンバに接続され、前記チャンバ内に複数種のガスを交互に供給するガス供給手段と、

前記チャンバに接続され、前記チャンバ内を所定の真空圧力まで排気する第 1 排気手段と、

前記第 1 排気手段の排気側に接続され、前記チャンバ内を前記第 1 排気手段が動作可能な圧力まで排気する第 2 排気手段と、

前記チャンバから排気され、前記第 1 排気手段と前記第 2 排気手段との間に流れる前記ガスの量を測定する測定手段と、

前記情報取得手段に接続され、前記排気ガス中の前記ガスの量に基づいて、前記ガス供給手段による他種の前記ガスの供給を制御する制御手段と、

を備える、ことを特徴とする処理装置。

## 【請求項 6】

前記制御手段は、前記排気ガス中の前記ガスの量が、所定量まで減少したときに、前記チャンバ内への他種の前記ガスの供給を開始する、ことを特徴とする請求項 5 に記載の処理装置。

## 【請求項 7】

内部で被処理体に所定の処理を行うチャンバと、

前記チャンバ内にクリーニングガスを供給して前記チャンバ内をクリーニングするクリーニング手段と、

前記チャンバに接続され、前記チャンバ内を所定の真空圧力まで排気する第 1 排気手段と、

前記第 1 排気手段の排気側に接続され、前記チャンバ内を前記第 1 排気手段が動作可能な圧力まで排気する第 2 排気手段と、

前記チャンバから排気され、前記第1排気手段と前記第2排気手段との間に流れる排気ガス中の汚染物質に関する情報を取得する情報取得手段と、

前記情報取得手段に接続され、前記情報に基づいて前記チャンバ内の汚染状態を判別して前記クリーニング手段を制御する制御手段と、

を備える、ことを特徴とする処理装置。

【請求項8】

前記汚染物質はパーティクルであり、前記制御手段は、前記排気ガス中の前記パーティクル量が所定量以上となったときに、前記チャンバ内をクリーニングする、ことを特徴とする請求項7に記載の処理装置。

【請求項9】

さらに、前記第1排気手段と前記第2排気手段との間に配置され、前記排気ガス中の前記クリーニングにより発生した副生成物の量を測定する副生成物測定手段を備え、

前記制御手段は、前記副生成物測定手段の測定した前記副生成物の量に基づいて、前記クリーニング手段を制御する、ことを特徴とする請求項7または8に記載の処理装置。

【請求項10】

内部で被処理体に所定の処理を行うチャンバと、前記チャンバに接続され、前記チャンバ内を所定の真空圧力まで排気する第1排気手段と、前記第1排気手段の排気側に接続され、前記チャンバ内を前記第1排気手段が動作可能な圧力まで排気する第2排気手段と、を備えた処理装置の処理方法であって、

前記チャンバから排気され、前記第1排気手段と前記第2排気手段との間に流れる排気ガス中の所定物質に関する情報を取得する工程と、

前記情報に基づいて前記チャンバ内の状態を判別して前記処理を制御する工程と、

を備える、ことを特徴とする処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウェハ等の被処理体に、成膜処理などの所定の処理を施す処理装置および処理方法に関する。

#### 【 0 0 0 2 】

##### 【従来の技術】

現在、半導体集積回路の微細化、高集積化が進行した結果、基板等の基板表面に形成される配線溝等のパターンの微細化が進行している。これにより、配線金属の下地膜として薄膜を形成する場合など、微細な配線溝内に極めて薄い膜を均一に、良好なカバレッジで形成することが求められる。このため、近年、微細な溝内にも、良好な膜質で、原子層レベルの膜を形成可能な方法として、原子層堆積法 (Atomic Layer Deposition: A L D) と呼ばれる方法が開発されている。

#### 【 0 0 0 3 】

A L Dは、例えば、以下のような工程から構成される。以下に示す例では、配線パターン (配線溝) が形成された基板の表面に、四塩化チタンガスおよびアンモニアガスを用いて、窒化チタンからなる下地膜を形成する場合について説明する。

#### 【 0 0 0 4 】

まず、チャンバ内に基板を収容し、チャンバ内を真空引きする。続いて、チャンバ内に四塩化チタンガスを所定時間導入する。これにより、基板の表面に四塩化チタン分子が多層に吸着する。その後、チャンバ内を不活性ガスでパージし、これにより、基板表面に吸着したほぼ1層分の四塩化チタン分子を除いて、チャンバ内から四塩化チタンを除去する。

#### 【 0 0 0 5 】

パージ後、チャンバ内にアンモニアガスを所定時間導入する。これにより、基板の表面に吸着した四塩化チタン分子とアンモニア分子とが反応して、基板の表面にほぼ1原子層分の窒化チタン層が形成される。このとき、形成された窒化チタン層の上には、アンモニア分子が多層に吸着している。その後、チャンバ内を不活性ガスでパージし、窒化チタン層上に吸着したほぼ1層分のアンモニア分子を除いて、チャンバ内からアンモニア分子を除去する。

#### 【 0 0 0 6 】

続いて、再び、四塩化チタンガスをチャンバ内に所定時間導入する。これにより、吸着したアンモニア分子と四塩化チタンとが反応して新たな窒化チタン層が形成される。すなわち、この状態ではほぼ2原子層の窒化チタン層が形成されていることになる。

【0007】

また、このとき、窒化チタン層上には四塩化チタン分子が多層に吸着している。その後、チャンバ内を不活性ガスでパージすることにより、窒化チタン層上にほぼ1層分の四塩化チタンが吸着した状態となる。その後、上記のように、アンモニアガスの導入、パージ、四塩化チタンガスの導入、パージ、…、というように、チャンバ内の雰囲気を取り替えて、所定原子層分、すなわち、所定厚さの窒化チタン層を形成する。例えば、チャンバ内のガス雰囲気を数十～数百回取り替えることにより、数nm～数十nmの窒化チタン膜を形成することができる。なお、不活性ガスによるパージの代わりに、真空排気を行っても良い。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上記ALDにおいて、チャンバ内へのガスの供給および停止の切り換えは、チャンバ内の実際の状態にかかわらず、実験等により求めた所定時間毎に行われる。このため、種々の条件の違いから、この所定時間内にチャンバ内のガスが実際に十分に切り換えられない場合、気相中で四塩化チタンとアンモニアとが反応してしまう。このような気相反応は、ウェハ上に形成される膜の品質を低下させる。従って、チャンバ内の実際の状態を示す情報に基づいてガス供給を制御することが望ましい。

【0009】

チャンバ内の状態に関する情報に基づいてプロセスを制御する方法として、チャンバを真空引きする排気ラインに、排気ガスから所定の情報、例えば、所定物質の濃度に関する情報を取得する測定装置を設ける方法がある。例えば、特開平9-134912号公報には、排気ガス中の所定物質の濃度を検出し、チャンバ内の所定物質の濃度が一定となるように制御する半導体製造装置が開示されている。

【0010】

ここで、排気ラインは、チャンバに接続されたターボ分子ポンプ等の主ポンプと、主ポンプに接続されたドライポンプ等の副ポンプ（あらびきポンプ）と、を備える。副ポンプはチャンバ内を主ポンプが動作可能な中程度の真空状態まで減圧し、その後、主ポンプが高真空状態まで減圧する。上記した排気ガスから所定情報を取得する構成では、測定装置は排気ラインのTMPの給気側に設けられる。

#### 【0011】

しかし、TMPの給気側は、チャンバとほぼ同様の低圧状態にあり、排気ガス中の物質濃度は低い。また、TMPの排気容量から、チャンバとTMPとを接続する管は比較的大径であり、管内における濃度のばらつきが比較的大きい。このため、例えば、物質濃度を測定する場合には、十分に高い測定感度が得られず、また、検出位置によっては測定値がばらつき、信頼性の高い情報が得られないおそれがある。このような場合、特に、原子層レベルの緻密な膜を形成するALDでは、膜質が低下するなど、処理の信頼性が低下する。

#### 【0012】

また、ALDに限らず、成膜、エッチング等の他の処理を行う処理装置についても同様のことがいえる。すなわち、特開平6-120149号公報等に記載されているような、排気ラインにパーティクルを検出するパーティクルモニタ装置を配置し、排気中のパーティクル量をモニタする構成において、管が比較的大径であることから、排気ガス中のパーティクル分布のばらつきが大きく、信頼性の高いパーティクル量の検出ができず、処理の高い信頼性が得られないおそれがある。

#### 【0013】

このように、従来の排気ガスから所定の情報を取得し、取得した情報に基づいてプロセスを制御する処理装置は、低圧であり配管径の大きい、主ポンプの給気側で情報を取得するため、十分に信頼性の高い情報が得られず、精度の高いプロセス制御が行われないおそれがあった。

#### 【0014】

上記事情を鑑みて、本発明は、チャンバの排気ガスから所定の情報を取得し、取得した情報に基づいて、精度の高いプロセス制御を行うことができる処理装置

および処理方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の第 1 の観点に係る処理装置は、  
チャンバを備え、前記チャンバ内で被処理体に所定の処理を施す処理手段と、  
前記チャンバに接続され、前記チャンバ内を所定の真空圧力まで排気する第 1  
排気手段と、

前記第 1 排気手段に接続され、前記チャンバ内を前記第 1 排気手段が動作可能な圧力まで排気する第 2 排気手段と、

前記チャンバから排気され、前記第 1 排気手段と前記第 2 排気手段との間に流れる排気ガス中の所定物質に関する情報を取得する情報取得手段と、

前記情報取得手段に接続され、前記情報に基づいて前記チャンバ内の状態を判別して前記処理手段を制御する制御手段と、

を備える、ことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

上記構成では、第 1 排気手段（例えば、ターボ分子ポンプ）と、第 1 排気手段よりも高圧で作動する第 2 排気手段（例えば、ドライポンプ）と、の間を流れる排気ガス中の所定物質の情報（例えば、濃度）を取得する。これにより、比較的高圧の排気ガスでは物質濃度は比較的高いことから、信頼性の高い情報の取得が可能となり、高精度のプロセス制御が行える。

【 0 0 1 7 】

上記目的を達成するため、本発明の第 2 の観点に係る処理装置は、  
チャンバを備え、前記チャンバ内で被処理体に所定の処理を施す処理手段と、  
前記チャンバに第 1 排気管を介して接続され、前記チャンバ内を所定の真空圧力まで排気する第 1 排気手段と、

前記第 1 排気手段の排気側に、前記第 1 排気管よりも小径の第 2 排気管を介して接続され、前記チャンバ内を前記第 1 排気手段が動作可能な圧力まで排気する第 2 排気手段と、

前記チャンバから排気され、前記第 2 排気管を流れる排気ガス中の所定物質に

関する情報を取得する情報取得手段と、

前記情報取得手段に接続され、前記情報に基づいて前記チャンバ内の状態を判別して前記処理手段を制御する制御手段と、

を備える、ことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

上記構成では、第 1 排気手段（例えば、ターボ分子ポンプ）と、第 1 排気手段よりも高圧で作動する第 2 排気手段（例えば、ドライポンプ）と、を接続する比較的小径の第 2 排気管を流れる排気ガス中の所定物質の情報（例えば、濃度、パーティクル量）を取得する。比較的小径の配管内では、濃度ばらつきが少なく、比較的物质濃度の高いことから、信頼性の高い情報の取得が可能となり、高精度のプロセス制御が行える。

【 0 0 1 9 】

上記構成において、例えば、前記情報取得手段は前記第 2 排気管を流れる前記排気ガスから前記情報を取得する。

【 0 0 2 0 】

上記処理装置は、さらに、前記第 2 排気管に接続され、前記第 2 排気管を流れる前記排気ガスが流れる測定管を備えてもよく、前記情報取得手段は前記測定管を流れる前記排気ガスから前記情報を取得してもよい。

【 0 0 2 1 】

上記目的を達成するため、本発明の第 3 の観点に係る処理装置は、  
チャンバと、

前記チャンバに接続され、前記チャンバ内に複数種のガスを交互に供給するガス供給手段と、

前記チャンバに接続され、前記チャンバ内を所定の真空圧力まで排気する第 1 排気手段と、

前記第 1 排気手段の排気側に接続され、前記チャンバ内を前記第 1 排気手段が動作可能な圧力まで排気する第 2 排気手段と、

前記チャンバから排気され、前記第 1 排気手段と前記第 2 排気手段との間に流れる前記ガスの量を測定する測定手段と、

前記情報取得手段に接続され、前記排気ガス中の前記ガスの量に基づいて、前記ガス供給手段による他種の前記ガスの供給を制御する制御手段と、  
を備える、ことを特徴とする。

## 【 0 0 2 2 】

すなわち、上記構成の処理装置は、チャンバ内のガス雰囲気を繰り返し置換して処理を行う、例えば、原子層堆積法（A L D）等の処理に適用可能であり、ガスの切り換えを高精度に制御可能であることから、信頼性が高く、かつ、生産性の高い処理を行うことが可能となる。

## 【 0 0 2 3 】

上記構成において、例えば、前記制御手段は、前記排気ガス中の前記ガスの量が、所定量まで減少したときに、前記チャンバ内への他種の前記ガスの供給を開始する。

## 【 0 0 2 4 】

上記目的を達成するため、本発明の第 4 の観点に係る処理装置は、  
内部で被処理体に所定の処理を行うチャンバと、  
前記チャンバ内にクリーニングガスを供給して前記チャンバ内をクリーニングするクリーニング手段と、  
前記チャンバに接続され、前記チャンバ内を所定の真空圧力まで排気する第 1 排気手段と、  
前記第 1 排気手段の排気側に接続され、前記チャンバ内を前記第 1 排気手段が動作可能な圧力まで排気する第 2 排気手段と、  
前記チャンバから排気され、前記第 1 排気手段と前記第 2 排気手段との間に流れる排気ガス中の汚染物質に関する情報を取得する情報取得手段と、  
前記情報取得手段に接続され、前記情報に基づいて前記チャンバ内の汚染状態を判別して前記クリーニング手段を制御する制御手段と、  
を備える、ことを特徴とする。

## 【 0 0 2 5 】

すなわち、上記構成の処理装置は、チャンバのドライクリーニングに適用可能であり、高精度にクリーニングを制御可能であることから、過度のクリーニング

等が防がれた、効率的なクリーニングが可能となる。

【 0 0 2 6 】

上記構成において、例えば、前記汚染物質はパーティクルであり、前記制御手段は、前記排気ガス中の前記パーティクル量が所定量以上となったときに、前記チャンバ内をクリーニングするようにしてもよい。

【 0 0 2 7 】

上記処理装置は、さらに、前記第 1 排気手段と前記第 2 排気手段との間に配置され、前記排気ガス中の前記クリーニングにより発生した副生成物の量を測定する副生成物測定手段を備えてもよく、

前記制御手段は、前記副生成物測定手段の測定した前記副生成物の量に基づいて、前記クリーニング手段を制御するようにしてもよい。

【 0 0 2 8 】

上記目的を達成するため、本発明の第 5 の観点に係る処理方法は、

内部で被処理体に所定の処理を行うチャンバと、前記チャンバに接続され、前記チャンバ内を所定の真空圧力まで排気する第 1 排気手段と、前記第 1 排気手段の排気側に接続され、前記チャンバ内を前記第 1 排気手段が動作可能な圧力まで排気する第 2 排気手段と、を備えた処理装置の処理方法であって、

前記チャンバから排気され、前記第 1 排気手段と前記第 2 排気手段との間に流れる排気ガス中の所定物質に関する情報を取得する工程と、

前記情報に基づいて前記チャンバ内の状態を判別して前記処理を制御する工程と、

を備える、ことを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

上記構成の方法では、第 1 排気手段と、第 1 排気手段よりも高圧で作動する第 2 排気手段と、の間を流れる排気ガス中の所定物質の情報（例えば、濃度）を取得する。これにより、比較的高圧の排気ガスでは物質濃度は比較的高いことから、信頼性の高い情報の取得が可能となり、高精度のプロセス制御が行える。

【 0 0 3 0 】

【発明の実施の形態】

## (第1の実施の形態)

本発明の第1の実施の形態にかかる処理装置について、以下図面を参照して説明する。第1の実施の形態では、四塩化チタン ( $\text{TiCl}_4$ ) ガスとアンモニア ( $\text{NH}_3$ ) ガスとを真空排気を挟んでチャンバ内に交互に供給して、半導体ウェハ (以下、ウェハ) の表面に窒化チタン ( $\text{TiN}$ ) 膜を、いわゆる原子層成膜法 (Atomic Layer Deposition: ALD) を用いて成膜する処理装置を例として説明する。

## 【0031】

図1に、本実施の形態にかかる処理装置11の構成を示す。

図1に示すように、処理装置11は、制御装置12と、チャンバ13と、ガス供給ライン14と、排気ライン15と、を備える。

## 【0032】

制御装置12は、後述する、成膜処理に関する処理装置11全体の動作を制御する。なお、理解を容易にするため、制御装置12の動作の詳細については省略する。

## 【0033】

チャンバ13は、真空引き可能に構成され、その内部に被処理体であるウェハが収容される。チャンバ13の内部において、ウェハに後述するALD処理が施され、 $\text{TiN}$ 膜が形成される。

## 【0034】

ガス供給ライン14は、 $\text{TiCl}_4$ 源16と、 $\text{NH}_3$ 源17と、2つのアルゴン ( $\text{Ar}$ ) 源18, 19と、を備え、各ガス源16, 17, 18, 19は、チャンバ13にMFC (Mass Flow Controller) 等の流量制御装置20a, 20b, 20c, 20dと、バルブ21a, 21b, 21c, 21dと、を介してそれぞれ接続されている。ガス供給ライン14から、チャンバ13内に $\text{TiCl}_4$ ガスおよび $\text{NH}_3$ ガスが、 $\text{Ar}$ ガスにより希釈されて供給される。

## 【0035】

排気ライン15は、ターボ分子ポンプ (TMP) 22と、ドライポンプ (DP) 23と、測定部24と、を備える。排気ライン15はチャンバ13に接続され

、排気ライン15を介してチャンバ13は排気され、所定の圧力状態まで減圧される。

【0036】

TMP22は、チャンバ13と第1の排気管25を介して接続されている。第1の排気管25には、可変流量バルブ26と、バルブ27と、がチャンバ13側から順に設けられている。TMP22は、チャンバ13内を高真空状態に減圧する。また、可変流量バルブ26は、チャンバ13内を所定の高真空状態に保持する。第1の排気管25は、TMP22の排気速度、長さ等から、例えば、50mm程度の内径とされている。なお、TMP22の代わりにメカニカルドラッグポンプ等の他の高真空形成用のポンプを用いてもよい。

【0037】

ドライポンプ23は、TMP22の排気側に第2の排気管28によって接続されている。TMP22とドライポンプ23との間には、バルブ29が設けられている。ドライポンプ23は、あらびきポンプとして機能し、チャンバ13内をTMP22が作動可能な圧力とする。ドライポンプ23の排気側は、図示しない除害装置に接続されており、排気ライン15を通過した排気ガスは無害化されて大気に放出される。

【0038】

第2の排気管28は、ドライポンプ23の排気速度、長さ等から、例えば、40mm程度の内径とされている。ここで、ドライポンプ23はTMP22よりも排気容量が小さく、従って、第2の排気管28は第1の排気管25よりも小径となる。

【0039】

測定部24は、その両端が第2の排気管28に接続されたバイパス管30の途中に設けられている。バイパス管30の両端は、バルブの給気側に接続されている。バイパス管30は、第2の排気管28とほぼ同一の内径を有する。なお、バイパス管30の両端にバルブを設けてもよい。

【0040】

測定部24は、バイパス管30を通る排気ガス中の $TiCl_4$ ガスの分圧と、

$\text{NH}_3$  ガスの分圧と、を測定し、モニタしている。測定部 2 4 の構成を図 2 に示す。測定部 2 4 は、いわゆる F T - I R (フーリエ変換赤外分光装置) の構成を有し、図 2 に示すように、本体部 3 1 と、検出部 3 2 と、から構成されている。

【 0 0 4 1 】

本体部 3 1 は、赤外光を出射する光源 3 3 と、出射された光の光路上に配置されて所定方向に反射する反射鏡 3 4 と、反射鏡 3 4 によって反射された光の光路上に配置された干渉計 3 5 と、制御装置 1 2 に接続された演算部 3 6 と、から構成されている。

【 0 0 4 2 】

干渉計 3 5 は、反射鏡 3 4 で反射された光が導かれ、この光を複数の光に分岐するビームスプリッタ 3 7 と、ビームスプリッタ 3 7 で分岐された光のそれぞれの光路上に配置されている固定鏡 3 8 および移動鏡 3 9 と、移動鏡 3 9 を駆動する駆動機構 4 0 と、から構成される。また、駆動機構 4 0 は演算部 3 6 に接続されている。

【 0 0 4 3 】

検出部 3 2 は、バイパス管 3 0 を介した本体部 3 1 の反対側に配置されている。バイパス管 3 0 の管壁には、石英等からなる窓部 3 0 a が設けられ、本体部 3 1 から出射された光が窓部 3 0 a を介してバイパス管 3 0 を通過する構成となっている。検出部 3 2 は、バイパス管 3 0 を通過した光の光路上に配置され、この光を所定方向に反射する反射鏡 4 1 と、反射鏡 4 1 から反射された光を受光する検出器 4 2 と、から構成されている。検出器 4 2 は、本体部 3 1 の演算部 3 6 に接続されている。

【 0 0 4 4 】

上記構成の測定部 2 4 は、以下のように排気ガス中の所定物質、すなわち、 $\text{TiCl}_4$  および  $\text{NH}_3$  の分圧を測定する。演算部 3 6 は、光源 3 3 から赤外光が出射された状態で、駆動機構 4 0 により移動鏡 3 9 を動かす。これにより、移動鏡 3 9 に入反射する光と、固定鏡 3 8 に入反射する光と、の光路差が変化し、2 つの鏡 3 9, 4 0 で反射されてビームスプリッタ 3 7 で再び合成された合成光は互いに干渉しあい、時間的に強度が変化する。この合成光が窓部 3 0 a を介して

バイパス管30内を通過する。バイパス管30を通過した光は反射鏡41で集光され、検出器42に導かれる。

【0045】

検出器42は、受光した光の光強度データを演算部36に送出する。演算部36は、検出器42が検出した光強度の時間変化（インターフェログラム）をフーリエ変換し、赤外吸収スペクトルを得る。演算部36は、得られた赤外吸収スペクトルから、バイパス管30を通過する排気ガス中の所定物質の分圧を算出する。演算部36は、この分圧の時間変化をモニタしており、分圧が所定値に達すると、制御装置12にその旨を示す信号を送出する。制御装置12は、受け取った信号に基づいて、ガス供給ライン14からのチャンバ13内へのガス供給の制御を行う。

【0046】

上記のように、測定部24はTMP22の排気側に配置されており、排気ガス中の $\text{TiCl}_4$ および $\text{NH}_3$ の分圧の測定は、TMP22の排気側で行われる。ここで、TMP22の排気側は給気側よりも高圧であり、排気ガス中の物質濃度（分圧）は比較的高い。このため、TMP22の給気側で測定する場合よりも高い測定感度を得られ、信頼性の高い情報（分圧データ）が得られる。

【0047】

また、バイパス管30は第2の排気管28と同径であり、第1の排気管25よりも小径である。このため、バイパス管30内での物質分布のばらつきは、TMP22の給気側で測定する場合よりも小さく、光学的な測定によっても測定値のばらつきの小さい、信頼性の高い情報が取得される。

【0048】

このように、TMP22の排気側に設けられた測定部24から得られる、信頼性の高い情報に基づいて、制御装置12は、チャンバ13内のガスの切り換え等のプロセスを高い精度で制御することができる。また、排気時間を最適化して、スループットの向上を図ることができる。

【0049】

以下、第1の実施の形態の処理装置11の動作について、図3を参照して説明

する。なお、図3に示すフローは一例であり、同様の結果物が得られるものであれば、いかなる構成であってもよい。

#### 【0050】

まず、制御装置12は、チャンバ13内にウェハを搬入する（ステップS11）。その後、ドライポンプ23により、チャンバ13内を所定の圧力まで減圧し、さらに、TMP22により高真空状態、例えば、 $4 \times 10^2 \text{ Pa}$ （3 Torr）まで減圧し、維持する（ステップS12）。

#### 【0051】

次いで、処理装置11は、バルブ21a, 21cを開放して $\text{TiCl}_4$ ガスおよびArガスの供給を開始する（ステップS13）。ここで、 $\text{TiCl}_4$ ガスおよびArガスは、例えば、 $\text{TiCl}_4/\text{Ar} = 30 \text{ s.c.c.m.}/1000 \text{ s.c.c.m.}$ の流量で供給される。チャンバ13内へのガスの供給は、所定時間、例えば、0.5秒間行う。 $\text{TiCl}_4$ ガスの供給により、ウェハの表面には、 $\text{TiCl}_4$ 分子が多層に吸着する。

#### 【0052】

制御装置12は、その後、バルブ21a, 21cを閉鎖し、 $\text{TiCl}_4$ ガスおよびArガスの供給を停止する。ガス供給の停止後、チャンバ13内は排気され、チャンバ13内の $\text{TiCl}_4$ ガスは除去される（ステップS14）。このとき、排気は、チャンバ13内の $\text{TiCl}_4$ 分圧が十分に低くなるまで行われ、例えば、排気ガス中の $\text{TiCl}_4$ の分圧が、例えば、 $10^{-1} \text{ Pa}$ （ $10^{-3} \text{ Torr}$ ）未満となるまで行われる。チャンバ13内の排気は、ウェハの表面に吸着したほぼ1層分の $\text{TiCl}_4$ 分子を除いてチャンバ13内から $\text{TiCl}_4$ 分子が除去され、 $\text{TiCl}_4$ が、後に供給される $\text{NH}_3$ と気相中で反応しない濃度となるまで行われる（ステップS15）。

#### 【0053】

ここで、測定部24は、処理の開始時点から常に排気中の物質分圧をモニタしている。測定部24がモニタしている排気中の $\text{TiCl}_4$ 分圧および $\text{NH}_3$ 分圧の変化プロファイルを、図4に概略的に示す。

#### 【0054】

図4に示すように、チャンバ13内に $TiCl_4$ ガスが所定時間( $\tau_1$ )供給された後、排気ガス中の $TiCl_4$ 分圧は、次第に減少する。測定部24は、例えば、排気ガス中の $TiCl_4$ 分圧が、所定の分圧( $D_1$ )まで減少した時点(ガスの供給停止から $\tau_2$ 時間後)で、制御装置12にチャンバ13内の排気が終了したことを示す信号を送出する。

## 【0055】

測定部24から上記信号を受け取ると、制御装置12は、バルブ21b, 21dを開放して $NH_3$ ガスおよびArガスの供給を開始する(図3、ステップS16)。ここで、 $NH_3$ ガスおよびArガスは、例えば、 $NH_3/Ar=1000\text{ sccm}/100\text{ sccm}$ の流量で供給される。チャンバ13内へのガスの供給は、所定時間、例えば、0.5秒間行う。このとき、 $NH_3$ 分子はウェハ上に吸着した $TiCl_4$ 分子と反応してほぼ1原子層分の $TiN$ 層が形成される。また、 $TiN$ 層の上には、 $NH_3$ 分子が多層に吸着している。

## 【0056】

制御装置12は、その後、バルブ21b, 21dを閉鎖し、 $NH_3$ ガスおよびArガスの供給を停止する。ガス供給の停止後、チャンバ13内は排気され、チャンバ13内の $NH_3$ ガスは除去される(ステップS17)。このとき、排気は、チャンバ13内の $NH_3$ 分圧が十分に低くなるまで行われ、例えば、排気ガス中の $NH_3$ の分圧が、例えば、 $10^{-2}\text{ Pa}$  ( $10^{-4}\text{ Torr}$ )未満となるまで行われる。チャンバ13内の排気は、 $TiN$ 層上に吸着したほぼ1層分の $NH_3$ 分子を除いてチャンバ13内から $NH_3$ 分子が除去され、 $NH_3$ が、後に供給される $TiCl_4$ と気相中で反応しない濃度となるまで行われる(ステップS18)。

## 【0057】

図4に示すように、チャンバ13内に $NH_3$ ガスが所定時間( $\tau_3$ )供給された後、排気ガス中の $NH_3$ 分圧は次第に減少する。測定部24は、例えば、排気ガス中の $NH_3$ 分圧が、基準値分圧( $D_2$ )まで減少した時点(ガスの供給停止から $\tau_4$ 時間後)で、制御装置12にチャンバ13内の排気が終了したことを示す信号を送出する。

## 【0058】

このようにして、ステップS13からステップS18にわたる $TiCl_4$ ガスの供給、排気、 $NH_3$ ガスの供給、排気からなる1サイクル分の工程が行われる。制御装置12は、測定部24から上記信号を受け取ると、図3のステップS13に戻り、 $TiCl_4$ ガスおよびArガスの供給を行い、新たなサイクルを開始する。

## 【0059】

制御装置12は、ステップS13において、 $TiCl_4$ ガスをチャンバ13内に所定時間供給する。これにより、 $TiN$ 層上に吸着した $NH_3$ 分子と $TiCl_4$ 分子とが反応して、ほぼ1原子層の $TiN$ 層が新たに形成される。また、この $TiN$ 層上には、 $TiCl_4$ 分子が多層に吸着している。

## 【0060】

続いて、制御装置12は、ステップS14において、 $TiCl_4$ ガスおよびArガスの供給を停止し、これにより、チャンバ13内の $TiCl_4$ は排気、除去される。排気は、図4に示すように、 $TiCl_4$ 分圧が所定分圧(D1)に減少するまで(ガスの供給停止から $\tau 2'$ 時間)行われる。

## 【0061】

続いて、測定部24から排気中の $TiCl_4$ 分圧が所定分圧以下に達したことを示す信号を受け取ると(ステップS15)、制御装置12は、 $NH_3$ ガスおよびArガスの供給を所定時間行う(ステップS16)。これにより、 $TiN$ 層上に吸着した $TiCl_4$ 分子と $NH_3$ 分子とが反応して新たな $TiN$ 層(3層目)が形成される。また、この $TiN$ 層上には $NH_3$ 分子が多層に吸着している。

## 【0062】

$NH_3$ ガスおよびArガスの供給停止後、制御装置12は、チャンバ13内を排気し、 $NH_3$ を除去する(ステップS17)。このとき、排気は、図4に示すように、 $TiCl_4$ 分圧が所定の分圧(D2)に減少するまで(ガスの供給停止から $\tau 4'$ 時間)行われる。これにより、2サイクル目の工程が終了する。

## 【0063】

以下、上記サイクルを繰り返すことにより、 $TiN$ 層をほぼ1原子層ごとに形

成され、積層される。上記サイクルは、ウェハ上に所定厚さのTiN層が形成されるまで繰り返される。ステップS19において、所定サイクル数繰り返されたと判別すると、制御装置12は、チャンバ13内にArガスを供給するとともに、チャンバ13内を所定圧力、例えば、チャンバ13外部のウェハの搬送領域とほぼ同様の圧力とする（ステップS20）。その後、チャンバ13内からウェハが搬出され（ステップS21）、処理は終了する。

## 【0064】

以上説明したように、第1の実施の形態によれば、TMP22の排気側において、排気ガスからチャンバ13内の情報（濃度分圧）を取得して、取得した情報に基づいてチャンバ13内のプロセス（ALD）を制御している。TMP22の排気側は、比較的圧力が高く、また、配管径の比較的小さいことから、高い測定感度を得られ、また、測定値のばらつき等は避けられる。よって、信頼性の高い情報に基づいた、精度の高いプロセス制御が行われ、膜の品質を高く維持できるなど、信頼性の高い処理が可能となる。

## 【0065】

上記第1の実施の形態では、FT-IRの構成を有する測定部24を用い、所定物質の排気ガス中の量（分圧）を求めるものとした。しかし、所定物質の量を測定する手段は、FT-IRに限らず、他の光学的測定手段、濃度計、四重極型質量分析計等の質量分析器などの、他の測定手段であってもよい。

## 【0066】

上記第1の実施の形態では、測定部24がTiCl<sub>4</sub>およびNH<sub>3</sub>の濃度分圧をモニタし、所定分圧に達したときにその旨を制御装置12に送るものとした。しかし、測定部24は、制御装置12に検出した分圧データを送り、制御装置12が分圧をモニタし、所定分圧に達したかを判別するようにしてもよい。

## 【0067】

上記第1の実施の形態では、TiCl<sub>4</sub>とNH<sub>3</sub>とを用いて、ウェハの表面にTiN膜を形成するものとした。しかし、用いる物質、および、成膜する膜の種類は、これに限られない。TiN膜の他に、AlO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>、SiO<sub>2</sub>、SiN、SiON、WN、WSi、RuO<sub>2</sub>等、他の金属膜であってもよ

い。また、この場合、使用するガス種は、 $TiCl_4$  の代わりに、 $TaBr_5$ 、 $Ta(OC_2H_5)_5$ 、 $SiCl_4$ 、 $SiH_4$ 、 $Si_2H_6$ 、 $SiH_2Cl_2$ 、 $WF_6$  等のいずれか1種を用い、 $NH_3$  の代わりに、 $N_2$ 、 $O_2$ 、 $O_3$ 、 $NO$ 、 $N_2O$ 、 $N_2O_3$ 、 $N_2O_5$  等のいずれか1種を用いることができる。

また、パージガスは、不活性なガスであればよく、 $Ar$  に限らず、窒素、ネオン等を用いてもよい。

#### 【0068】

また、第1の実施の形態に係る処理装置11は、アニール等の他の処理を行う処理装置と、インラインで接続され、または、クラスタリングされてもよい。

#### 【0069】

また、一枚ずつウェハに処理を施す枚葉式の処理装置11に限らず、バッチ式の処理装置に適用してもよい。

#### 【0070】

また、第1の実施の形態に係る発明は、ALDに限らず、他の成膜処理、酸化処理、エッチング処理等、複数種のガスを用い、プロセス雰囲気を高速に切り替える必要のあるすべての処理に適用することができる。また、本発明は、半導体ウェハに限らず、液晶表示装置用の基板にも適用することができる。

#### 【0071】

##### (第2の実施の形態)

以下、本発明の第2の実施の形態に係る処理装置について、図面を参照して説明する。第2の実施の形態では、半導体ウェハ（以下、ウェハ）等の被処理体の表面に、チャンバ内でのプラズマ処理によりフッ化酸化シリコン等のシリコン系膜を成膜する処理装置のドライクリーニングを例として説明する。処理装置のドライクリーニングは、フッ素系ガス（三フッ化窒素（ $NF_3$ ））のプラズマをチャンバ内に通すことにより行う。

#### 【0072】

図5に第2の実施の形態に係る処理装置11の構成を示す。図5に示すように、処理装置11は、制御装置12と、チャンバ13と、クリーニングガス供給ライン50と、排気ライン15と、を備える。

## 【0073】

制御装置12は、後述する、成膜処理、クリーニング処理等の処理装置11全体の動作を制御する。なお、理解を容易にするため、制御装置12の動作の詳細については省略する。

## 【0074】

チャンバ13は、真空引き可能に構成され、その内部に被処理体であるウェハが収容される。チャンバ13は、高周波電源等を備える図示しないプラズマ発生機構を備え、内部にプラズマを発生可能に構成されている。プラズマ発生機構によりチャンバ13の内部においてウェハ表面にプラズマ処理が施され、フッ化酸化シリコン等のシリコン系膜が形成される。

## 【0075】

クリーニングガス供給ライン50は、クリーニングガスとしての $\text{NF}_3$ ガスを供給する $\text{NF}_3$ 源51と、希釈ガスとしてのArガスを供給するAr源52と、を備える。また、クリーニングガス供給ライン50は、その内部を通過するガスを活性化するアクチベータ53が設けられている。 $\text{NF}_3$ 源51およびAr源52は、バルブ54a、54bおよびMFC55a、55bを介してアクチベータ53に接続されている。

## 【0076】

アクチベータ53は、図示しないプラズマ発生機構を備え、内部を通過するガスの、例えば、ECR (Electron Cyclotron Resonance) プラズマ、誘導結合型プラズマ (Inductive Coupled Plasma: ICP) 等の高密度プラズマを発生させる。アクチベータ53は、その内部を通過するクリーニングガス ( $\text{NF}_3$ ) をプラズマ状態とし、発生したフッ素ラジカルを選択的に排気する。

## 【0077】

上記構成により、クリーニング時には、クリーニングガス供給ライン50から、フッ素ラジカルを主成分とするクリーニングガスがチャンバ13内に供給される。フッ素はシリコンと結合性が高く、チャンバ13内に付着、堆積したシリコン系膜は、クリーニングガスにより高速かつ効果的に除去 (エッチング) される。

## 【0078】

排気ライン15は、ターボ分子ポンプ（TMP）22と、ドライポンプ23（DP）と、測定部56と、を備える。排気ライン15はチャンバ13に接続され、排気ライン15を介してチャンバ13は排気され、所定の圧力状態まで減圧される。

## 【0079】

TMP22は、チャンバ13と第1の排気管25を介して接続されている。第1の排気管25には、可変流量バルブ26と、バルブと、がチャンバ13側から順に設けられている。TMP22は、チャンバ13内を高真空状態に減圧する。また、可変流量バルブ26は、チャンバ13内を所定の高真空状態に保持する。第1の排気管25は、TMP22の排気速度、長さ等から、例えば、50mm程度の内径とされている。

## 【0080】

ドライポンプ23は、TMP22の排気側に第2の排気管28によって接続されている。TMP22とドライポンプ23との間には、バルブが設けられている。ドライポンプ23は、あらびきポンプとして機能し、チャンバ13内をTMP22が作動可能な圧力とする。ドライポンプ23の排気側は、図示しない除害装置に接続されており、排気ライン15を通過した排気ガスは無害化されて大気に放出される。

## 【0081】

第2の排気管28は、ドライポンプ23の排気速度、長さ等から、例えば、40mm程度の内径とされている。ここで、ドライポンプ23はTMP22よりも排気容量が小さく、従って、第2の排気管28は第1の排気管25よりも小径となる。

## 【0082】

測定部56は、TMP22の排気側に接続された第2の排気管28に取り付けられている。測定部56は、処理の間、第2の排気管28内を流れるガス中のパーティクル量を測定している。パーティクルは、チャンバ13内に付着、堆積した膜がある程度大きくなって剥離することなどによって発生し、歩留まり低下の

原因となる。従って、排気ガス中のパーティクル量をモニタすることにより、チャンバ 1 3 の汚染状態を知ることができる。

#### 【 0 0 8 3 】

排気ガスをモニタしている測定部 5 6 は、パーティクル量が所定量に達すると、制御装置 1 2 にその旨を示す信号を送出する。制御装置 1 2 は、この信号に基づいて、成膜処理を一旦終了し、クリーニング処理を開始する。なお、測定部 5 6 は、バルブの給気側と排気側とのどちらに設けられていてもよい。

#### 【 0 0 8 4 】

測定部 5 6 の構成を、図 6 に示す。図 6 に示すように、測定部 5 6 は、光源 5 7 と、光ストッパ 5 8 と、光センサ 5 9 と、演算部 6 0 と、から構成される。

#### 【 0 0 8 5 】

光源 5 7 は、レーザダイオード等から構成され、レーザ光を出射する。光源 5 7 は、第 2 の排気管 2 8 の外壁の近傍に配置されている。第 2 の排気管 2 8 には、石英あるいは水晶からなる窓部 2 8 a が設けられている。光源 5 7 から出射したレーザ光は、窓部 2 8 a を介して第 2 の排気管 2 8 の内部に照射される。光源 5 7 は、第 2 の排気管 2 8 のほぼ直径上を通過するようにレーザ光を照射する。なお、レーザ光は、管内に流れるガス中のパーティクル量を定量的に観測可能であれば、直径上以外でも、管内をどのように通過する構成であってもよい。

#### 【 0 0 8 6 】

光ストッパ 5 8 は、第 2 の排気管 2 8 の内壁の、レーザ光の光路上に配置されている。光ストッパ 5 8 は、レーザ光を吸収して反射を防止する部材、例えば、無反射コーティングを施したサファイヤ板から構成されている。なお、光ストッパ 5 8 を第 2 の排気管 2 8 の外壁の近傍に設け、前述したと同様にレーザ光が通過可能な透過窓をを介してレーザ光を吸収するようにしてもよい。

#### 【 0 0 8 7 】

光センサ 5 9 は、フォトダイオード等の受光素子から構成されている。光センサ 5 9 は、第 2 の排気管 2 8 の外壁の近傍に設けられている。光センサ 5 9 近傍の第 2 の排気管 2 8 の管壁には、石英あるいは水晶からなる窓部 2 8 b が設けられている。窓部 2 8 b は、第 2 の排気管 2 8 の延伸方向を法線とする略同一平面

上に、窓部 28a と約 90° の角度をなすように形成されている。

【0088】

光センサ 59 は、第 2 の排気管 28 の内部を通過する排気ガス中のパーティクルによって散乱される光を受光する。光センサ 59 は演算部 60 に接続され、演算部 60 に電気パルスを出力する。これにより、演算部 60 は光センサ 59 が受光した光の量に関する情報を取得する。

【0089】

演算部 60 は、光センサ 59 が受光した光の量から、パーティクル量を算出する。制御装置 12 に接続された演算部 60 は、算出したパーティクル量が所定量に達すると、制御装置 12 にその旨を示す信号を送る。制御装置 12 は、受け取った信号に基づき、成膜処理を終了させた後にクリーニング処理を開始する。

【0090】

ここで、上述したように、測定部 56 は、TMP 22 の排気側に設けられている。TMP 22 の排気側（第 2 の排気管 28）は給気側（第 1 の排気管 25）と比べて径が小さく、このため、管内を通過する気体中のパーティクル密度は比較的大きく、高い検出感度を得られる。

【0091】

また、管径が比較的小さいことから、パーティクルの管内における分布のばらつきは比較的小さい。従って、レーザ光の光路上にあるパーティクルの分布は比較的均一であり、ばらつき等の少ない信頼性の高いパーティクル量の検出が可能となる。

【0092】

以下、図 5 に示す第 2 の実施の形態の処理装置 11 の動作について、図 7 を参照して説明する。なお、以下に示す動作は、一例であり、同様の結果が得られるものであれば、どのような構成であってもよい。

【0093】

処理装置 11 は、チャンバ 13 内で、ウェハに一枚ずつプラズマ処理を施し、ウェハの表面にシリコン系膜（フッ化酸化シリコン膜）を成膜する。処理装置 11 は、多数枚のウェハに連続的に成膜処理を施す。処理装置 11 が作動している

間、測定部 56 は、排気ガス中のパーティクル量をモニタしている。

【0094】

連続的な成膜処理に伴い、チャンバ 13 内に発生するパーティクルの量は次第に増加してゆく。排気ガス中のパーティクル量が、図 7 に示すように、所定量 (P1) に達すると、測定部 56 は制御装置 12 にその旨を示す信号を送る。

【0095】

制御装置 12 は、この信号を受け取ると、この時点で処理を施しているウェハを最後として、成膜処理を一旦終了する。最後のウェハをチャンバ 13 内から搬出した後、制御装置 12 は、クリーニング処理を開始する。なお、信号受信後、所定枚数の、または、このウェハが含まれるロットすべてのウェハの処理が終了した後に、クリーニング処理を開始するようにしてもよい。

【0096】

クリーニング処理の開始後、まず、制御装置 12 は、チャンバ 13 内にダミーウェハを搬入する。次いで、チャンバ 13 内を所定の真空度、例えば、 $10^2$  Pa (1 Torr) まで減圧し、クリーニングガス供給ライン 50 からのクリーニングガスのチャンバ 13 への供給を開始する。クリーニングガスは、例えば、 $\text{NF}_3/\text{Ar} = 500 \text{ sccm} / 1000 \text{ sccm}$  で供給される。

【0097】

クリーニングガスの供給により、パーティクルの原因となるチャンバ 13 内に付着、堆積したシリコン系膜等は、四フッ化シラン等に分解され、除去される。従って、図 7 に示すように、チャンバ 13 からの排気ガス中に含まれるパーティクル量は次第に減少してゆく。

【0098】

測定部 56 は、パーティクル量が所定量 (P2) まで減少すると、クリーニングが終了したことを示す信号を制御装置 12 に送る。制御装置 12 は、この信号を受け取ると、クリーニングガスの供給を停止する。チャンバ 13 内からクリーニングガスが排出されるのに十分な時間が経過した後、ダミーウェハをチャンバ 13 から搬出する。以上でクリーニング処理を終了し、制御装置 12 は再び成膜処理を開始する。

## 【0099】

以上説明したように、第2の実施の形態によれば、TMP22の排気側において、排気ガスからチャンバ13内の情報（パーティクル量）を取得して、取得した情報に基づいてチャンバ13内プロセス（クリーニング）を制御している。TMP22の排気側は、配管径の比較的小さいことから、測定値のばらつき等は避けられる。よって、信頼性の高い情報に基づいた、精度の高いプロセス制御が行われ、過度のクリーニングを防ぐことができ、また、クリーニング時間の短縮が可能となる。

## 【0100】

上記第2の実施の形態では、第2の排気管28に直接測定部56を設けるものとした。しかし、第2の排気管28に両端が接続された管を設け、管の途中に測定部56を設ける構成としてもよい。

## 【0101】

上記第2の実施の形態では、パーティクル量に基づいてクリーニング処理を制御する構成とした。しかし、パーティクル量に限らず、チャンバ13内に発生する金属コンタミ等の他の汚染物質に関する情報を取得し、この情報に基づいてクリーニングを開始するようにしてもよい。

## 【0102】

また、図8に示すように、さらに質量分析器、FT-IR等を設け、クリーニング時に堆積膜が分解して発生するクリーニング副生成物ガス（例えば、四フッ化シラン、酸素等）の量をモニタする構成としてもよい。

## 【0103】

図8に示す構成では、パーティクル量を測定する測定部56の排気側に、クリーニング副生成物の量を測定する、四重極型質量分析器等の質量分析器60が配置されている。なお、質量分析器60は測定部56の給気側に配置してもよい。

## 【0104】

図8に示す構成では、パーティクル量が所定量以上となった後にクリーニングが開始される。クリーニング時、排気中のクリーニング副生成物の量は、質量分析器60によってモニタされている。

## 【0105】

図9に、クリーニングガス副生成物（例えば、四フッ化シラン（ $\text{SiF}_4$ ））の変化プロファイルを概略的に示す。図9に示すように、排気中の $\text{SiF}_4$ の量は、クリーニングの進行と共に $\text{SiF}_4$ は増大し、やがて、減少に転じる。制御装置12は、 $\text{SiF}_4$ の量が所定量まで減少した時点で、クリーニングガスの供給を停止する。

## 【0106】

上記第2の実施の形態では、測定部56がパーティクル量をモニタし、所定量に達したときにその旨を制御装置12に送るものとした。しかし、測定部56は、制御装置12に検出したパーティクル量データを送り、制御装置12がパーティクル量をモニタし、所定量に達したかを判別するようにしてもよい。

## 【0107】

また、一枚ずつウェハに処理を施す枚葉式の処理装置に限らず、バッチ式の処理装置に適用してもよい。

## 【0108】

上記第2の実施の形態では、シリコン系膜、特にフッ化酸化シリコン膜を成膜する場合を例として説明した。しかし、成膜する膜の種類は、シリコン酸化膜等の他のシリコン系膜、又は、他のいかなる種類の膜であってもよい。

## 【0109】

上記第2の実施の形態では、クリーニングガスとして、フッ素系ガス、特に、 $\text{NF}_3$ を用いるものとした。しかし、クリーニングに用いるガスは、これに限られない。例えば、 $\text{NF}_3$ の代わりに、 $\text{F}_2$ 、 $\text{SF}_6$ 、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 等のフッ素系ガス、または、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{BCl}_4$ 等の塩素系ガスを使用することができる。また、 $\text{Ar}$ で希釈する代わりに、他の不活性ガス、例えば、窒素、ネオン等で希釈してもよい。

## 【0110】

上記第2の実施の形態では、クリーニングガスのプラズマをチャンバ13チャンバ13内に導入するものとした。しかし、クリーニングガスである $\text{NF}_3$ をチャンバ13内に供給して、チャンバ13内でプラズマを発生させる構成としても

よい。

【0111】

さらに、第2の実施の形態に係る発明は、プラズマ処理装置に限らず、エッチング装置、スパッタ装置、熱処理装置等の他の装置にも適用可能である。また、半導体ウェハに限らず、液晶表示装置用の基板にも適用することができる。

【0112】

【発明の効果】

本発明によれば、チャンバの排気ガスから所定の情報を取得し、取得した情報に基づいて、精度の高いプロセス制御を行うことができる処理装置および処理方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態に係る処理装置の構成を示す図である。

【図2】

図1に示す測定部の構成を示す図である。

【図3】

図1に示す処理装置の成膜処理時の動作を示すフローである。

【図4】

排気ガス中の物質分圧の変化プロファイルを示す図である。

【図5】

本発明の第2の実施の形態に係る処理装置の構成を示す図である。

【図6】

図5に示す測定部の構成を示す図である。

【図7】

排気ガス中のパーティクル量の変化プロファイルを示す図である。

【図8】

第2の実施の形態の処理装置の変形例を示す図である。

【図9】

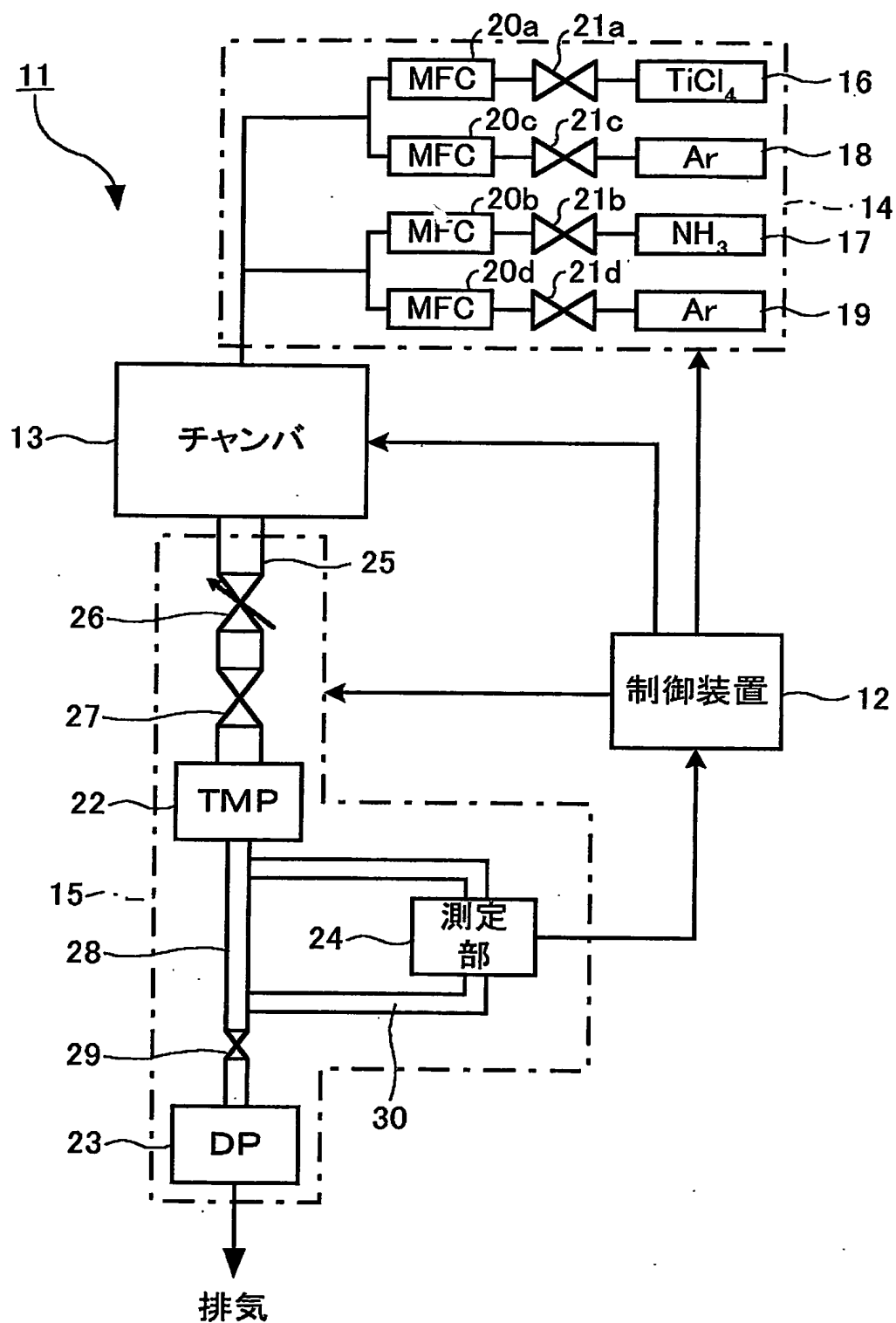
排気ガス中の $\text{SiF}_4$ 量の変化プロファイルを示す図である。

【符号の説明】

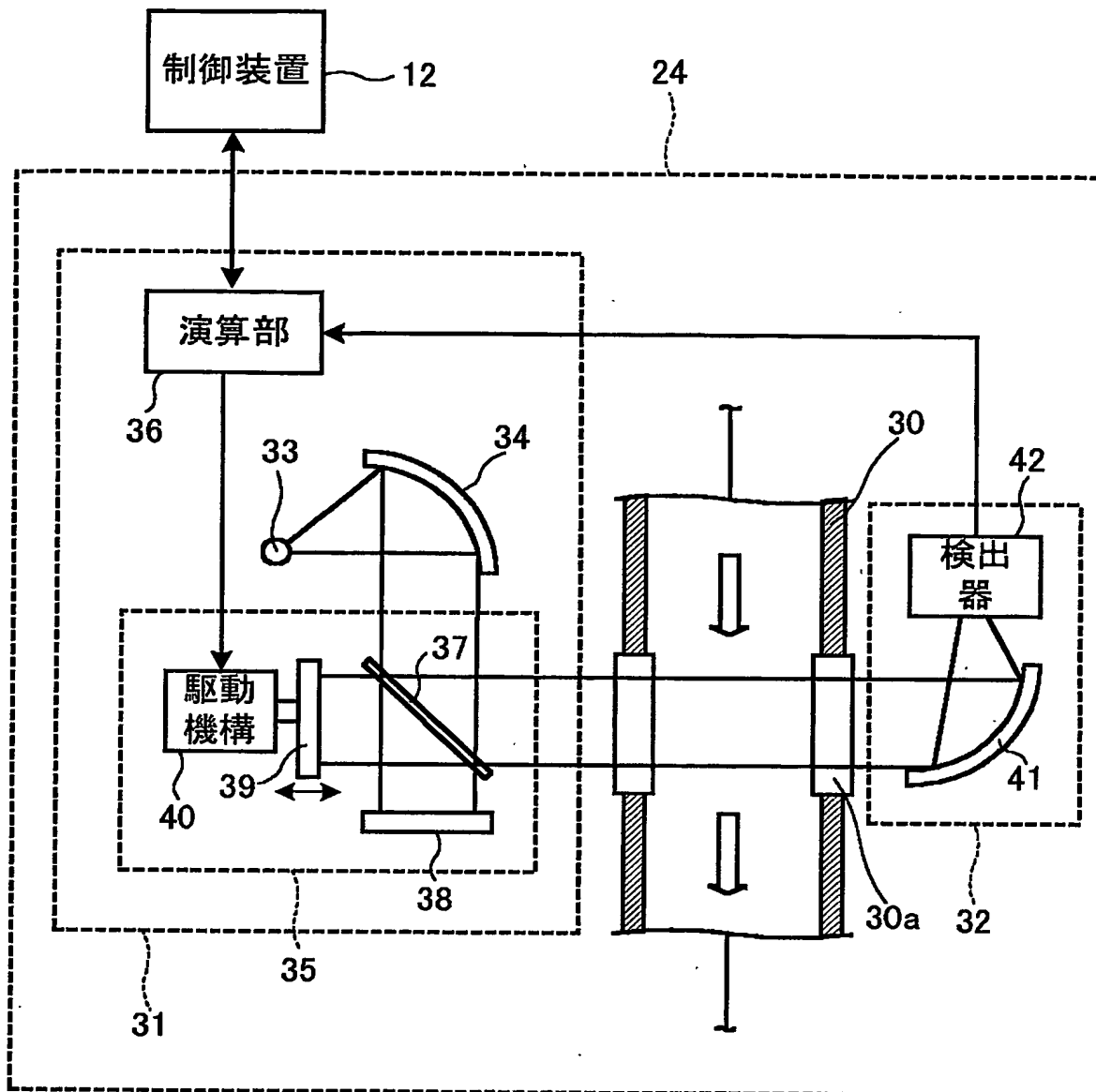
- 1 1 処理装置
- 1 2 制御装置
- 1 3 チャンバ
- 1 4 ガス供給ライン
- 1 5 排気ライン
- 2 2 TMP
- 2 3 ドライポンプ
- 2 4、5 6 測定部
- 2 5 第 1 の排気管
- 2 8 第 2 の排気管
- 5 0 クリーニングガス供給ライン

【書類名】 図面

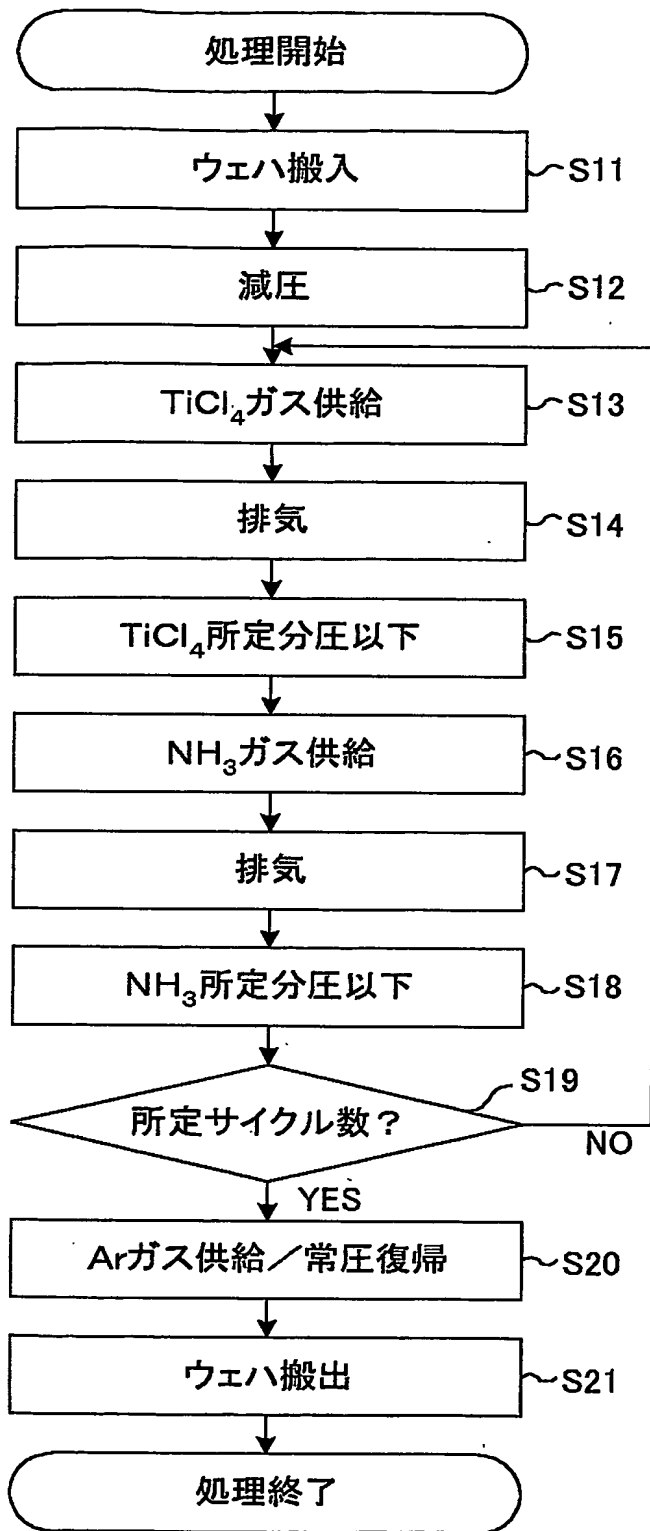
【図 1】



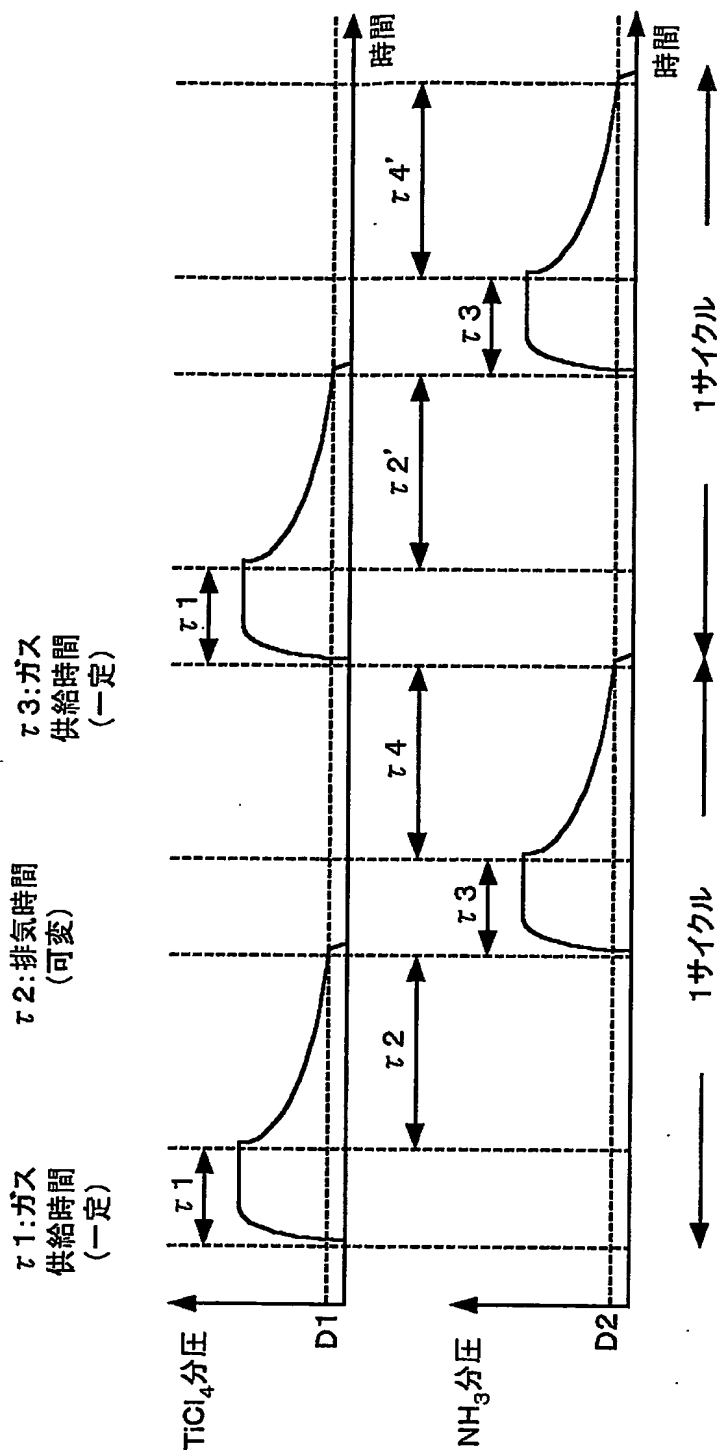
【図 2】



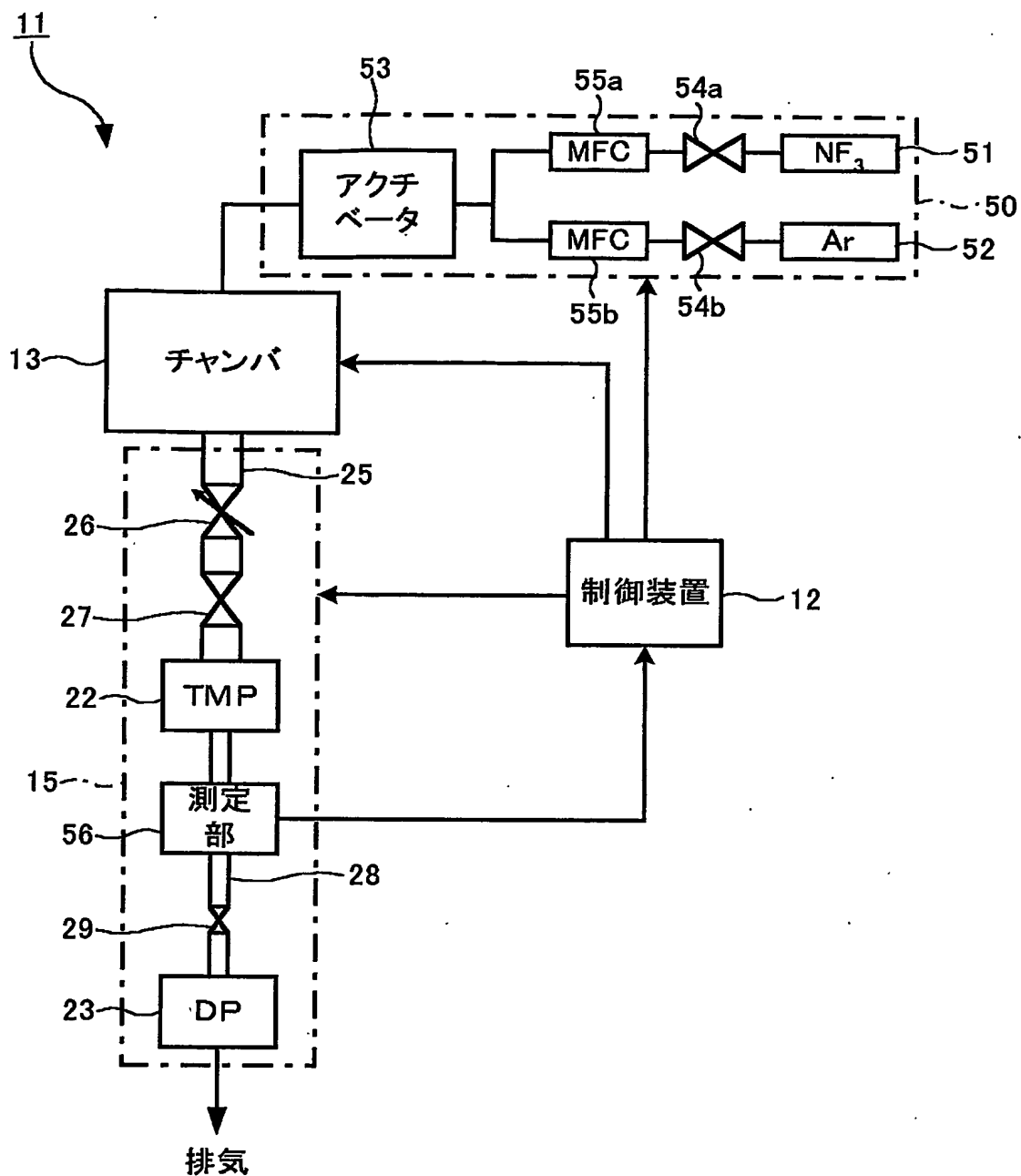
【図 3】



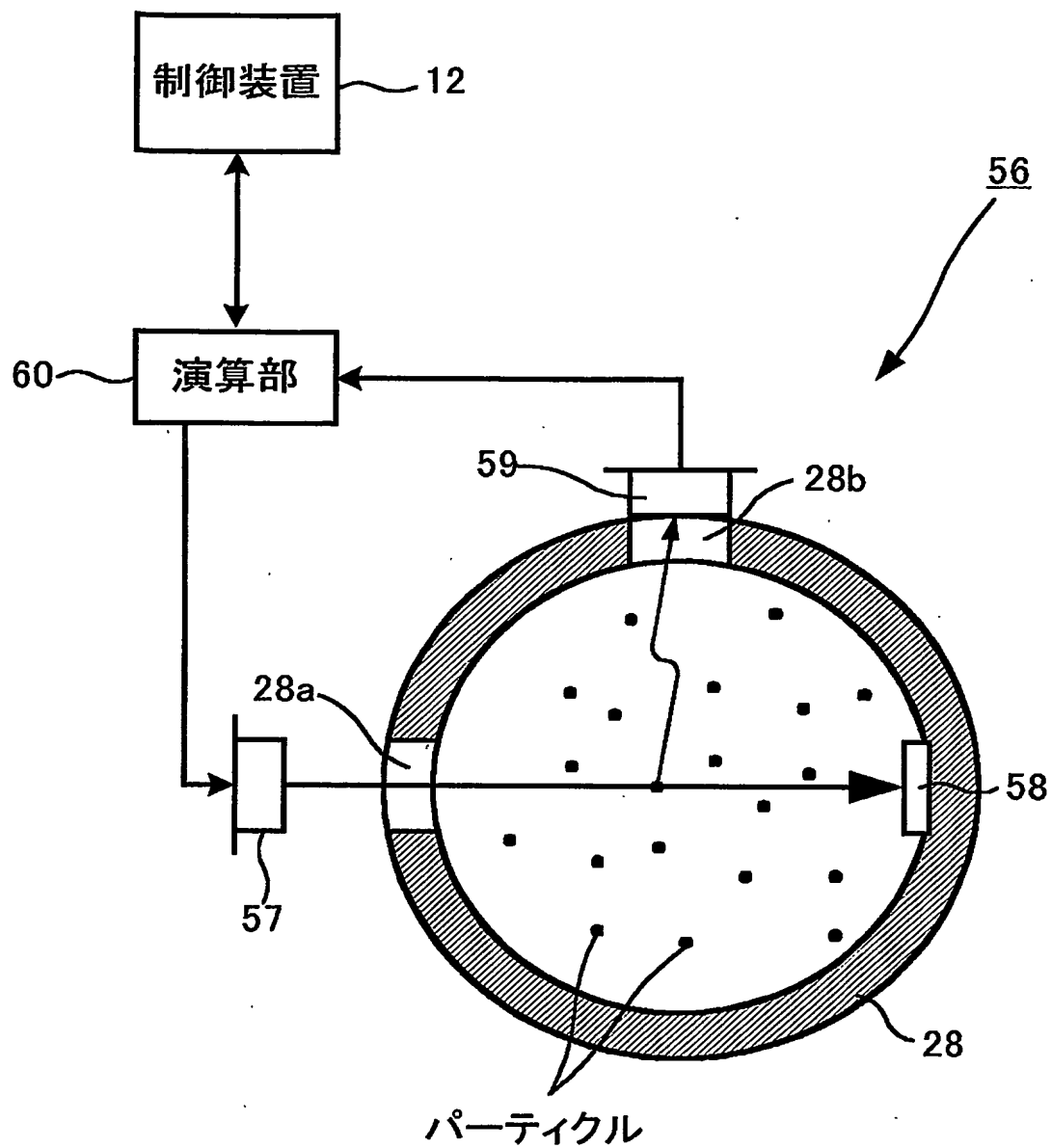
【図 4】



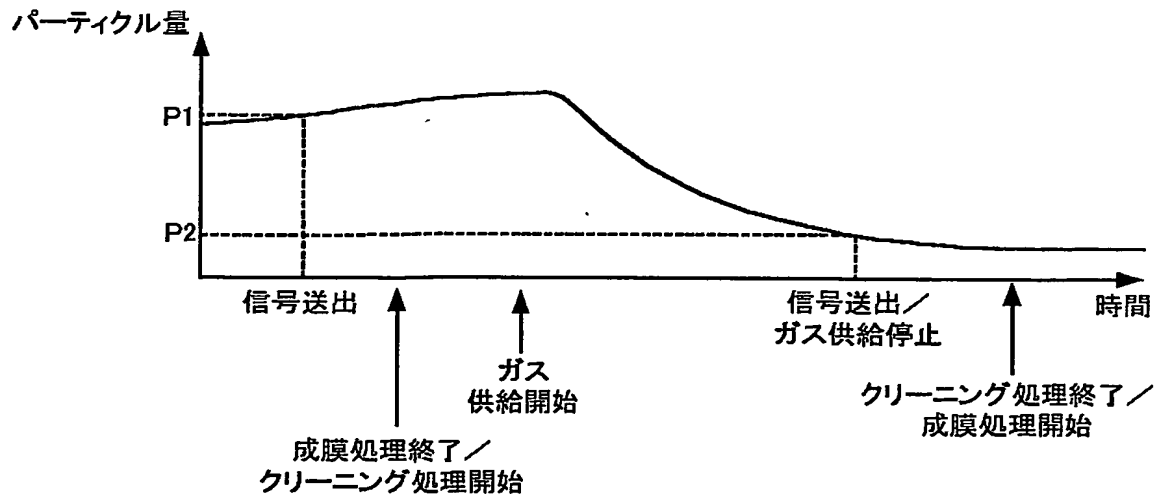
【図5】



【図6】



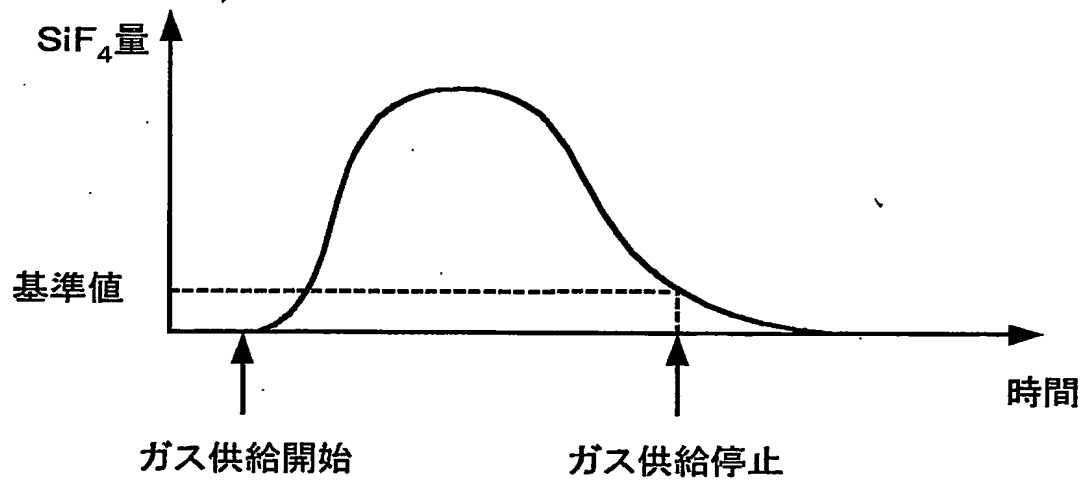
【図 7】



11



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 チャンバの排気ガスから所定の情報を取得し、取得した情報に基づいて、精度の高いプロセス制御を行うことができる処理装置および処理方法を提供する。

【解決手段】 チャンバ13に接続された排気ライン15は、TMP22と、ドライポンプ23と、から構成されている。チャンバ13とTMP22とは、第1の排気管25によって接続され、また、TMP22とドライポンプ23とは第2の排気管28によって接続されている。測定部24は、第2の排気管28を流れる排気ガス中の $TiCl_4$ または $NH_3$ の分圧をモニタしている。チャンバ13内には、2種のガスが交互に所定時間供給され、供給された一方のガスの排気ガス中の分圧が所定値まで減少すると、制御装置12は他方のガスの供給を開始する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日	1994年 9月 5日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名	東京エレクトロン株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**